



## GIS ANALIZA HIDROGEOGRAFSKIH OBILJEŽJA OPĆINE MOSTAR

**Jelena Šimunović, Ivan Perutina i Jelena Putica**

Sveučilište u Mostaru, Fakultet prirodoslovno-matematičkih i odgojnih znanosti Studij geografije

Matice hrvatske bb, Mostar, Bosna i Hercegovina

[jelenaasimunovic@gmail.com](mailto:jelenaasimunovic@gmail.com) [ivanperutinafpmoz@gmail.com](mailto:ivanperutinafpmoz@gmail.com) [jputicafpmoz@gmail.com](mailto:jputicafpmoz@gmail.com)

*Primjenom geografsko – informacijskih sustava temeljenih na hidrološkim alatima analizirani su odabrani hidrološki objekti općine Mostar. Baza podataka je kreirana s topografskih karata mjerila 1:25 000. Analizirana je gustoća cisterni, izvora i vrela, te je potvrđena početna hipoteza o većoj i manjoj prisutnosti izvorišta i vrela, te cisterni ovisno o udaljenosti od tekućica. Izvori i vrela su preklopljeni s rasterom geološke karte, te je utvrđena najveća rasprostranjenost navedenih objekata unutar litostratigrafskih jedinica jurskih i krednih vapnenaca.*

**Ključne riječi:** GIS, hidrografske objekte, digitalizacija, Mostar

## GIS ANALYSIS OF HYDROGRAPHIC FEATURES OF MOSTAR UNICIPALITY

**Jelena Šimunović, Ivan Perutina i Jelena Putica**

University of Mostar, Faculty of Science and Education

Matice hrvatske bb, Mostar, Bosna i Hercegovina

[jelenaasimunovic@gmail.com](mailto:jelenaasimunovic@gmail.com) [ivanperutinafpmoz@gmail.com](mailto:ivanperutinafpmoz@gmail.com) [jputicafpmoz@gmail.com](mailto:jputicafpmoz@gmail.com)

*Using of geographic information systems based on hidrology tools, selected hidrology objects of municipality of Mostar were analyzed. Geodatabase was created using topographic maps scaled 1:25 000. Cisterns and water sources were analyzed and the hypothesis about spatial distribution was confirmed. Map of water sources was compared with geological map and it was determinated mostly spatial distribution in lithostratigraphic units of jurrasic and cretaceous limestones.*

**Keywords:** GIS, hidrographic objects, digitalization, Mostar

### UVOD

### INTRODUCTION

Predmet istraživanja su hidrološki objekti na području općine Mostar. Cilj rada je dovesti u vezu prostorni raspored izvora, vrela i cisterni s geološkom podlogom, te većom ili manjom pojavnosti navedenih objekata s obzirom na udaljenost od tekućica. Hidrografske objekte općine Mostar kao zasebna cjelina nisu do sad obuhvaćeni detaljnijim istraživanjem. Nedostatak takvih publikacija, analiza i same primjene GIS-a u hidrologiji znatno su otežavale rad, no u isto vrijeme su bile poticaj za analize koje su izvršene s pomoću topografskih karata ovog područja. Te karte su bile temelj za izdvajanje i definiranje hidrografske veličine istraživanog područja.

Pisanje rada temeljilo se na mogućnostima GIS-a u analizi hidroloških objekata. Istraživanje je započelo digitalizacijom odabranih objekata s topografskih karata 1:25 000. Nakon digitalizacije podataka slijedila je faza digitalne analize podataka u kojoj su korišteni alati *Spatial Analyst-a*, *Analysis Tools-a* i *Data Management-a*.

Od dosadašnjih publikacija potrebno je izdvojiti autora Shamsi-a koji u svojoj knjizi „*GIS Applications for Water, Wastewater and Stormwater Systems*“ iz 2005. godine govori o pravilnom rukovođenju s vodenim ekosustavima na način da se vodeno bogatstvo zaštiti i sačuva. Autor Maidment u svojoj knjizi „*GIS for Water Resources*“ pojašnjava upotrebu GIS-a u analizi rijeka, izvora i ostalih vodenih elemenata, te pojašnjava kako se koristiti ovim alatom u suzbijanju nekih prirodnih nepogoda izazvanih vodom, bilo njenim nedostatkom ili suviškom. Literatura na jezicima našeg govornog područja je nedovoljno zastupljena zbog nepostojanja iste.

## DISKUSIJA DISCUSSION

Prikupljanje i unos podataka je obavljen u programskom paketu ArcGIS 10 i njegovoj programskoj komponenti ArcMap-u, a podaci su digitalizirani s topografskih karata mjerila 1:25 000 (TK 25) koje su najprije skenirane, pa geokodirane u 5. zonu Gauss-Krügerove projekcije na Besellovu elipsoidu.

Objekti koji su istraživani su prikazani vektorskom strukturom podataka i raspoređeni su u četiri kategorije, a to su hidrografske objekti, speleološki objekti, tekućice i rijeke. Svi podaci zapisani su u bazu podataka sa svojim grafičkim oblikom i opisnim sadržajima navedenima u tablici atributa. U tablici atributa („*Table*“) se automatski unose dva stupca „*FID*“ i „*Shape*“ koji prikazuje oblik objekta (točka, linija i poligon). Da bi se dodali ostali podaci koji su potrebni za daljnju analizu potrebno je otvoriti tablicu atributa („*Open attribute table*“) i u njoj polje „*Add field...*“ i na taj način dodati potrebne stupce.

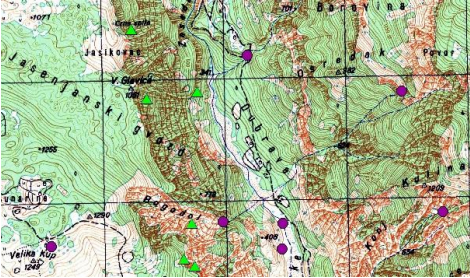
Podaci u bazu podataka su unošeni neposredno tipkovnicom započevši s hidrografskim objektima (hidroobjektiopcine mostar.shp) koji su nuldimenzionalni objekti (0D), pa je ovaj sloj podataka točkasti i kao takav nema površinu već je određen nekim drugim atributima u tablici atributa. Opisni sadržaji za ove objekte su razvrstani u četiri stupca i to: vrsta objekta, naziv ukoliko postoji, je li stalna ili povremena voda u tom objektu, te je li izvor kaptiran ili nije (Sl. 1). Među objektima su razlikovane cisterne sa stalnom i povremenom vodom, bunari ili zdenici, bazeni, izvori sa stalnom i povremenom vodom, kaptirani izvori sa stalnom i povremenom vodom, spremnici vodovoda, crpne stanice vodovoda, ponori i ponor-pećine. Jame i špilje bez vode

FID	Shape	ID	VRSTA	NAZIV	STALNA POV	KAPTIRANI
0	Point	0	bunar		stalna	0
1	Point	0	izvor		povremena	0
2	Point	0	izvor		povremena	1
3	Point	0	cisterna		povremena	0
4	Point	0	izvor		povremena	1
5	Point	0	izvor		povremena	0
6	Point	0	izvor		povremena	0
7	Point	0	izvor		povremena	0
8	Point	0	izvor		povremena	0
9	Point	0	vrelo		stalna	0
10	Point	0	izvor		povremena	0
11	Point	0	vrelo		stalna	0
12	Point	0	izvor		povremena	0
13	Point	0	vrelo		stalna	0
14	Point	0	vrelo		stalna	0
15	Point	0	cisterna		povremena	0
16	Point	0	cisterna		povremena	0
17	Point	0	cisterna		povremena	0
18	Point	0	vrelo	Vrelo	stalna	0
19	Point	0	izvor		povremena	0
20	Point	0	izvor		povremena	0

Sl. 1. Tablica atributa „hidroobjektiopcine mostar“  
Fig. 1. Attribute table for „hidroobjektiopcine mostar“

izvori sa stalnom i povremenom vodom, kaptirani izvori sa stalnom i povremenom vodom, spremnici vodovoda, crpne stanice vodovoda, ponori i ponor-pećine. Jame i špilje bez vode

(speleoobjektiopcinemostar.shp) su točkasti objekti koji su unošeni u bazu podataka u okviru speleoloških objekata kao drugog sloja. Način vektorizacije je tekao identično hidroobjektima samo s drugačijim prikazom na karti (Sl. 2). Tablica atributa sadržava dva stupca: naziv objekta i vrstu.



Sl. 2. Prikaz vektorizacije hidroloških (ljubičasto) i speleoloških (zeleno) objekata

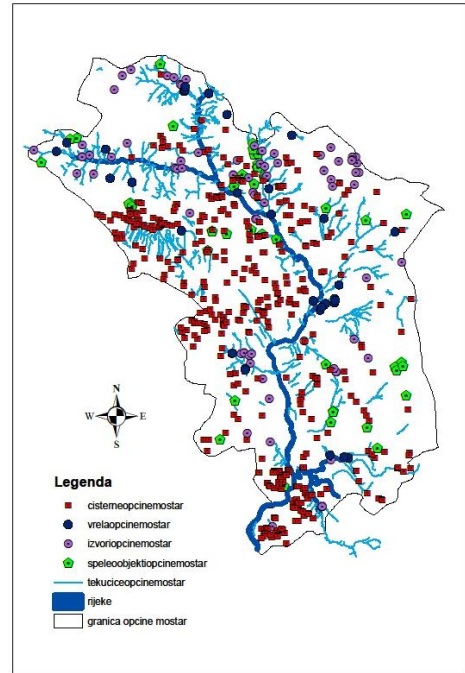
Fig. 1. Attribute table for „hidroobjektiopcine mostar“

Kod tekućica se donekle razlikuje proces vektorizacije. Više se ne radi o točkastim objektima, već linijskim što zahtjeva korištenje linijskoga alata i opcija za spajanje linija *Snapping options*. Nakon toga slijedi vektorizacija objekata, te unošenje opisnih sadržaja u tablici atributa, a za tekućice to su naziv, te da li je stalna ili povremena tekućica. U kategoriju rijeka spadaju tekućice koje su površinski prikazane na topografskim kartama. Vektorizacija je rađena na isti način kao i prethodni objekti s razlikom u prozoru *Construction Tools* gdje se sada odabere *Polygon*.

Na Sl. 3 prikazani su svi vektorizirani objekti nakon završene vektorizacije. Kao što pokazuje legenda crveni kvadrat prikazuje cisterne, plavi krug vrela, ljubičasti krug predstavlja izvore, a speleološki objekti su prikazani pomoću zelenog peterokuta. Tekućice koje su vektorizirane kao linijske su prikazane plavom linijom, a poligonalne plavim poligonom. Granice općine Mostar su označene kao poligon sa praznom unutrašnjosti i crnim rubom.

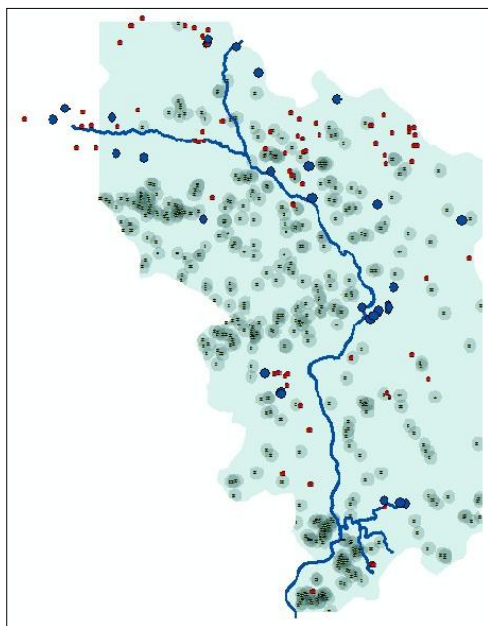
## ANALIZA GUSTOĆE CISTERNI CISTERN DENSITY ANALYSIS

Računanje prostorne gustoće cisterne na jediničnu površinu istraživanoga područja je uključivalo interpolaciju vektorskog sloja cisterneopcinemostar.shp u rasterski sloj GRID strukture. GRID format predstavlja rasterske modele podataka koje koristi informacijski sustav ArcInfo, a pogodni su za međusobno preklapanje slojeva i različite prostorne analize (Pahernik, 2005.). Na taj način izračunata je gustoća točkastih objekata oko svake ishodišne ćelije rastera. Sve cisterne koje pripadaju krugu su zbrojene te podijeljene sa površinom



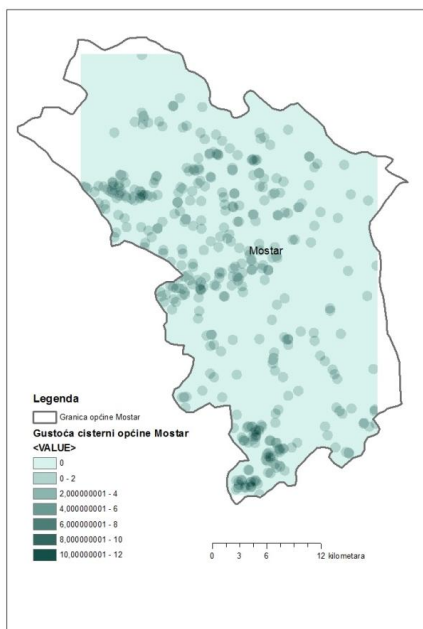
Sl. 3. Digitalizirani objekti općine Mostar  
Fig. 3. The results of digitalization process for Mostar municipality

kruga. Postavljeni radijus kruga je iznosio 564 metra sa veličinom ćelije 10m x 10m (Houser, 2006.).



Sl. 4. Usporedba rasprostranjenosti cisterni, izvora i vrela (zeleno, plavo i crveno)

Fig. 4. Correlation between cistern, wells and springs (green, blue and red)



Sl. 5. Gustoća cisterni općine Mostar

Fig. 5. Cistern density of Mostar municipality

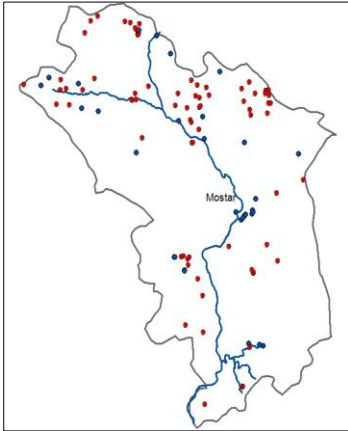
Podaci o gustoći cisterni su svrstani u sedam razreda i to: 0 cis/km<sup>2</sup>, 0 – 2 cis/km<sup>2</sup>, 2 – 4 cis/km<sup>2</sup>, 4 – 6 cis/km<sup>2</sup>, 6 – 8 cis/km<sup>2</sup>, 8 – 10 cis/km<sup>2</sup> i 10 – 12 cis/km<sup>2</sup> (sl. 5). Prema prikazanoj rasprostranjenosti cisterni, te vrela i izvora može se zaključiti da je veća gustoća cisterni prisutna na području gdje je vrlo mali broj izvora i vrela što je logičan način skladištenja vode u nedostatku izvora.

#### ANALIZA GUSTOĆE IZVORA I VRELA WELLS AND SPRING DENSITY ANALYSIS

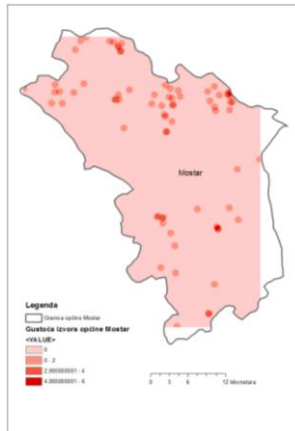
Analiza gustoće izvora i vrela je provedena na isti način. Vektorski slojevi izvora i vrela su interpolirani rasterski GRID sloj. Tijekom analiza u programu odvojeno su posmatrani izvori i vrela, pa se zbog tog i analiziraju odvojeno.

Gustoća izvora općine Mostar je razvrstana u četiri razreda gdje prvi razred predstavlja 0 izv/km<sup>2</sup>, potom 0 – 2 izv/km<sup>2</sup>, 2 – 4 izv/km<sup>2</sup> i 4 – 6 izv/km<sup>2</sup>. Ukupan broj vektoriziranih izvora je 76 od čega ih je 10 kaptiranih tj. nastali su antropogenim utjecajem. Ostalih 66 je nastalo prirodnim utjecajem (Sl. 7).

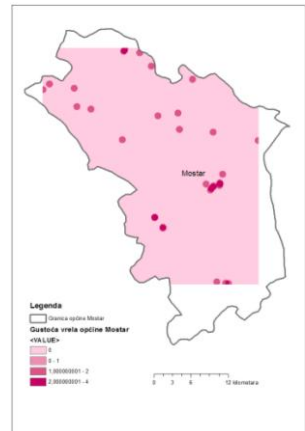
Gustoća vrela je, također, klasificirana u 4 razreda gdje prvi razred predstavlja 0 vre/km<sup>2</sup>, drugi 0 – 1 vre/km<sup>2</sup>, naredni 1 – 2 vre/km<sup>2</sup> i na kraju 2 – 4 vre/km<sup>2</sup>. Na ovom području vektorizirana su 33 vrela. Od njih 33, kaptiranih je 9 ili gotovo 30% što govori da je dosta velik broj vrela na području općine Mostar nastalo pod utjecajem čovjeka (Sl. 8).



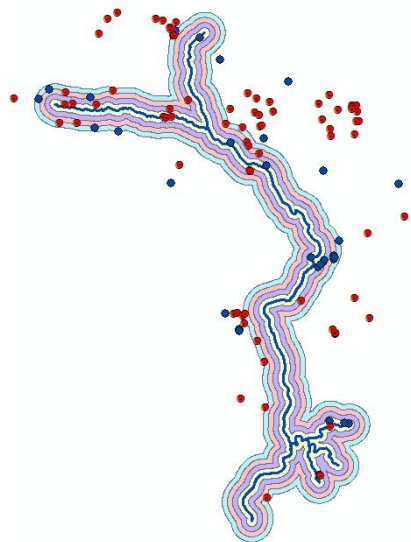
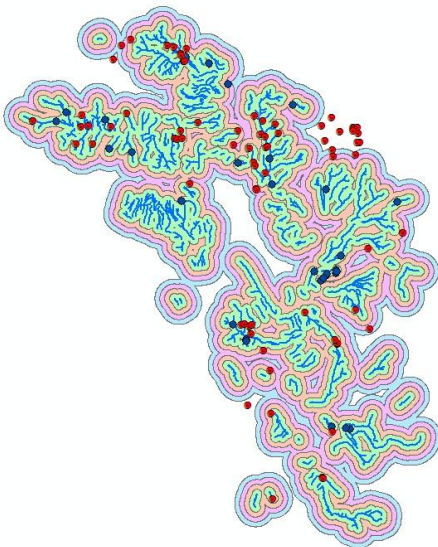
Sl. 6. Prostorni raspored izvora (crveno) i vrela (plavo)  
Fig. 6. Spatial distribution of wells and springs



Sl. 7. Gustoća izvora općine Mostar  
Fig. 7. Wells density of Mostar municipality



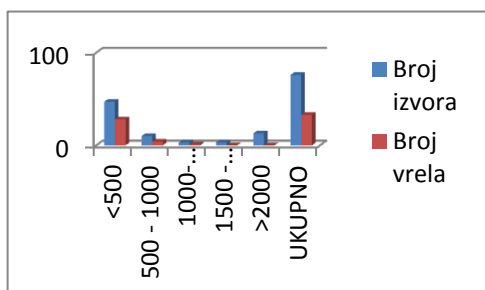
Sl. 8. Gustoća vrela općine Mostar  
Fig. 8. Springs density of Mostar municipality



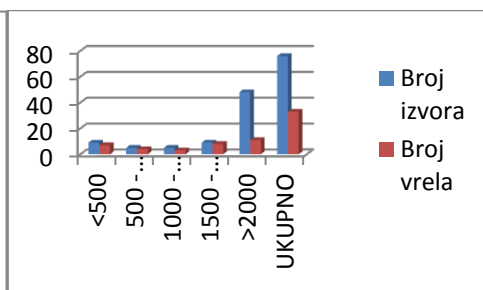
Sl. 9. Bufferi općine Mostar: linijske tekućice (slika lijevo) i poligonarne tekućice (slika desno)  
Fig. 9. Buffers of Mostar municipality a) line rivers b) polygon rivers

Analizom smještaja hidroloških objekata na određenoj udaljenosti od vodotokova (*buffer*) pokušalo se doći do zaključka kakva je prostorna raspoređenost navedenih objekata. Dakle, analizirani su točkasti objekti izvoriopćinemostar.shp i vreloapćinemostar.shp, potom linijski objekti tekućeopćinemostar.shp, te poligonalni objekti rijeke.shp. Kako bi se provela analiza bilo je potrebno pretvoriti poligonalne objekte rijeke.shp.

Zatim se krenulo u izradu *buffer-a* koristeći alate iz *Arc Toolbox-a* te naredbu *Multiple Ring Buffer*. Za ulazne objekte u prvom slučaju su odabrani vodotoci tekućeopćinemostar.shp, a u drugom poligonalne tekućice rijeke.shp koje su konvertirane u linijske objekte. Zadane su udaljenosti 500 m, 1 000 m, 1 500 m i 2 000 m. Na taj način objekti su razvrstani u 4 razreda, te se selektirajući svaki pojedini razred dobio točan broj objekata u svakom razredu pomoću alata *Select by Location*.



Sl. 10. Grafički prikaz izvora i vrela unutra pojedinih *buffer-a* (linijske tekućice)  
Graph 1. Graphic display of wells and springs within certain buffers (line rivers)



Sl. 11. Grafički prikaz izvora i vrela unutra pojedinih *buffer-a* (poligonalne tekućice)  
Graph 2. Graphic display of wells and springs within certain buffers (polygon rivers)

Analiziranjem Sl. 10, gdje je primjenjen alat *Select by Location* s linijskim objektima dobivaju se rezultati gdje su 47 izvora i 28 vrela na manjoj udaljenosti od 500 m od vodotoka. U drugom razredu između 500 m i 1 000 m nalazi se 10 izvora i 4 vrela, u trećem razredu između 1 000 m i 1 500 m smještene su 3 izvora i 1 vrelo. U rasponu između 1 500 m i 2 000 m pojavljuju se 3 izvora i nijedno vrelo, a u zadnjem razredu gdje je udaljenost od izvora veća od 2 000 m nalazi se 13 izvora i opet ponovno vrelo.

Sljedeći *buffer* je napravljen na isti način, no ulazni objekti su tekućice koje su bile poligonalne pa su pretvorene u linijske da bi se napravila ova analiza. U prvom razredu gdje je udaljenost manja od 500 m nalazi se 9 izvora i 7 vrela, u drugom na udaljenosti između 500 m i 1 000 m smješteno je 5 izvora i 4 vrela. U razredu između 1 000 m i 1 500 m pripada 5 izvora i 3 vrela, a u četvrtom razredu između 1 500 m i 2 000 m 9 izvora i 8 vrela. Na udaljenosti većoj od 2 000 m smješteno je 48 izvora i 11 vrela (Sl. 11).

Iz ovakve prostorne raspoređenosti hidroloških objekata možemo reći kako je veća ovisnost manjih tekućica o vodi koja potječe od tih objekata dok veće tekućice tj. sa većim protokom vode najviše ovise o svojim pritokama i manjim tokovima koji donose vode i na taj način čine velike riječne tvorevine Neretve, Drežanke i Bune.







Iz razdoblja paleogena pronađena su 4 izvora u sloju E1,2 kojeg čine alveolinsko-numulitski vapnenci (krečnjaci). Još je iz razdoblja paleogena pronađen 1 izvor što čini 3,03%. Iz razdoblja miocena preklapanjem slojeva geološke karte i vektoriziranih slojeva evidentirana su 4 izvora što čini 5,26% i 2 vrela u postocima 6,06%. Iz najmlađeg razdoblja kvartara (Q) potječu, prema ovoj analizi, 3 izvora što je 3,95% i 8 vrela što je u postocima 24,24%.

Ovakav prostorni raspored analiziranih objekata točno potvrđuje pretpostavku najveće pojave na prostoru vapnenaca jurske i kredne starosti jer su ispučnost vapnenaca i rastvorljivost u vodi u prisustvu ugljične kiseline od presudnog značaja za ovo područje krša (Slišković, Zelenika, Kovač; 2005.)

## ZAKLJUČAK

Primjenom GIS aplikacija moguće je na brz i efikasan način dobiti kvalitetne i vjerodostojne podatke s kojima je moguće napraviti analize o korištenju vode kao resursa. U radu je dokazana prostorna rasprostranjenost cisterni na mjestima gdje je vrlo mali broj izvora i vrela. Zaključeno je i da je veći broj izvora i vrela raspoređen uz tekućice koje su linijske to jest manjeg protoka vode (širine vodotoka manje od 12 metara) dok uz poligonalne tekućice, dakle s većom količinom vode (šire od 12 metara), je manji broj navedenih objekata. Na osnovu toga je zaključeno da rijeke ovog krškog područja ovise najviše o svojim pritokama, a ne o količini vode koja istječe iz izvora i vrela.

U okviru geološke podloge na području općine Mostar izvori i vrela su najviše smješteni na vapnencima s različitim dodacima, a ti vapnenci su uglavnom jurske i kredne starosti. Promatrano područje pripada najkompleksnijim područjima krškog dijela Dinarida te je ono tektonski vrlo složeno, a tako je i s njegovim hidrogeološkim karakteristikama i osobinama ovdje registriranih naslaga. Ovaj vrlo složeni, ali hidrogeološki logičan sklop međuovisnosti današnje površinske oblikovanosti ili izgleda reljefa, te stratigrafsko-tektonska specifičnost sastava u podlozi reljefa, omogućuju nam da, u budućnosti, možemo bolje razumijeti postojeće stanje, te ciljano djelovati u svrhu očuvanja za naredne generacije.

## Literatura i izvori

### Literature and sources

- Brukner, M., Oluić, M., Tomanić, S., 1992: GIZIS – geografski i zemljišni informacijski sustav Republike Hrvatske – metodološka studija, Ina-Info, Zagreb.
- Hillier, A., 2010: Working With ArcView 10, University of Pennsylvania, School of Design, Pennsylvania.
- Houser, R., 2006: GIS Special Topics Workshop: Using the Spatial Analyst Extension, University of Kansas, Kansas.
- Hršak, V., Stručna podloga za zaštitu poriječja rijeke Mrežnice, [http://www.naturaviva.hr/Karlovac\\_media/Mreznica\\_podloga\\_2010.pdf](http://www.naturaviva.hr/Karlovac_media/Mreznica_podloga_2010.pdf) (03. 02. 2016.)
- Maidment, D.R., 2002: GIS for Water Resources, ESRI Press, Redlands CA.
- Maidment, D.R., Djokic, D., 2000: Hydrologic and Hydraulic Modeling Support with GIS, ESRI Press, Redlands CA.
- Pahernik, M., 2000: Prostorni raspored i gustoća ponikava SZ dijela Velike Kapele – rezultati računalne analize susjedstva, Republika Hrvatska, Geoadria 5 (1), 105-120.
- Pahernik, M., 2006: Uvod u geografsko informacijske sustave, MORH-Glavni stožer OSRH, Hrvatsko vojno učilište, Zagreb.
- Shamsi, U., M., 2005: GIS Applications for Water, Wastewater and Stormwater Systems, A CRC

---

Press Book, Florida.

- Slišković, I., Zelenika, M., Kovač, Lj., 2005: Hidrogeologija parka prirode Blidinje i zaštita voda; Prvi međunarodni znanstveni simpozij Blidinje 2005: zbornik radova, Park prirode Blidinje 16. i 17. rujna, 2005., Građevinski fakultet u Mostaru, 75-92.
- Spahić, M., Temimović, E., Jahić H., 2013: Human Impact on Hydrographic Processes in Aquatic Complex of Nature Park Hutovo Blato 5th Symposium Conference Volume for Research in Protected Areas, zbornik radova, Mittersill – Austria, 10 to 12 June 2013., 731-736.
- Spahić, M., Temimović, E., Jahić, H., 2012: Hidrogeološka kategorizacija terena u poriječju Sane, Republika Hrvatska, Acta Geographica Croatica 39, 65-75.
- Tesfaye G., Tigist K., Samuale T., Gebeyehu Taye, Analysis of Watershed Attributes for Water Resources Management Using GIS: The Case of Chelekot Micro-Watershed, Tigray, Ethiopia, [http://file.scirp.org/pdf/JGIS\\_2015041514590214.pdf](http://file.scirp.org/pdf/JGIS_2015041514590214.pdf) (03.02. 2016.)
- Žugaj, R., 2009: Hidrologija za agroekologe, Agronomski fakultet, Zagreb.
- Operta, M., Pamuk, S., 2015: Geološke karakteristike i tektonska građa slivnog područja gornje Neretve, Bosna i Hercegovina, Acta Geographica Bosnia et Herzegovinae 2 (4), 69-80.
- Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, List Mostar, Beograd, 1973.
- Topografska karta općine Mostar, 1:25 000, Vojno geografski institut, Beograd, 1981.

## SUMMARY

### GIS ANALYSIS OF HYDROGRAPHIC FEATURES OF MOSTAR UNICIPALITY

**Jelena Šimunović, Ivan Perutina i Jelena Putica**

University of Mostar, Faculty of Science and Education

Matice hrvatske bb, Mostar, Bosna i Hercegovina

[jelenaasimunovic@gmail.com](mailto:jelenaasimunovic@gmail.com) [ivanperutinafpmoz@gmail.com](mailto:ivanperutinafpmoz@gmail.com) [jputicafpmoz@gmail.com](mailto:jputicafpmoz@gmail.com)

Applying GIS applications can be a fast and efficient way to get high-quality and reliable data with which it is possible to make an analysis on the use of water as a resource. The paper is demonstrating the space distribution of the tanks where there is very small number of wells and springs. It was concluded that a number of wells and springs are distributed along streams that are line oriented or that has shorter flow (width of streams is less than 12 meters) while with polygonal streams, with plenty of water (wider than 12 meters), there is smaller number of the above mentioned facilities.

On this basis it was concluded that the rivers of this karst region depend most of its tributaries, but not on the amount of water that flows out of wells and springs. The geological substrate in Mostar municipality wells and springs are mostly located on limestone with various additives, and these limestones are mainly Jurassic and Cretaceous age. Observed area belongs to the most complex areas of karst part of the Dinarides and it is tectonically very complex, so it is same with its hydrogeological characteristics and properties here registered deposits.

This very complex, but hydrogeologically logical set of interdependencies of today's surface design or looks of relief and stratigraphic-tectonic specific composition of the surface relief, allow us to, in the future, we can better understand the current situation and to take targeted action in order to preserve it for future generations.

#### Authors

**Jelena Šimunović**, master of biology and geography; assistant at Faculty of Science and Education of University of Mostar, Department of Geography; main field of interest is GIS and geomorphology. Performs exercises, among other things, from scientific writing to GIS. Currently performs doctoral study at University of Mostar, in field of Natural Science.

**Jelena Putica**, master of history and geography on Faculty of Science and Education, University of Mostar, Bosnia and Herzegovina. Assistant on Department of geography at the same University. Currently performs doctoral studies at University of Zadar Department of geography. Subject of research process in rural and urban areas, tourism and rural geography.

**Ivan Perutina**, master of history and geography on Faculty of Science and Education, University of Mostar, Bosnia and Herzegovina. Assistant on Department of Geography at the same University. Currently performs doctoral studies at University of Zadar Department of geography. Subject reasearch physical geography, climate changes and their impact.